



# Rømmingshindring

**Østen Jensen**

**SINTEF Fiskeri og havbruk AS**

# Dagens tema

- Gjennomgang av rømmingstilfeller
- Viktige endringer i NS9415
- Forskningsprosjekt og rømmingshindring

# Vestlandsrømming/havari



# Havari og rømming fra et gammelt rustent og usertifisert anlegg

- Havarinatten - vind opp i sterk storm styrke fra NV.
- Deler av anlegget tok inn vann og sank under overflaten.
- Da røkterne ankom anlegget og satte i gang tiltak for å forsøke å berge anlegget.
- Det ble besluttet å redde den flytende delen av anlegget og de to nedsunkne burene med fisk ble skilt ifra og sank til bunns.



# Havari og rømming fra gammelt rustent usertifisert anlegg

- Anlegg fra 1990.
  - Vært i bruk på ulike lokaliteter.
- Dugelighetsbeviset var midlertidig
  - Utstedt uten befaring på anlegget.
  - Førte til at inspeksjonsorganets mistet akkreditering.
- Eksponert lokalitet.
  - Antatt at vindgenerert sjø fra vest dominerer.
  - Bølger fra NV ble neglisjert
  - Havdønninger ble neglisjert.
  - Røkterne bekreftet at verste bølgeretningen var fra NV.

# Havari og rømming fra gammelt rustent usertifisert anlegg

- Fortøyningsberegningene er datert etter at fortøyningene kom i sjøen
- Ikke samsvar mellom fortøyningskissene som er levert av oppdretter og akkreditert inspeksjonsorgan.
  - I oppdretters skisse er det 3 fortøyninger mot vest og 2 fortøyninger mot øst,
  - I fortøyningsberegning 5 fortøyninger både mot øst og vest.
  - Anlegget lagt ut oktober/november 2006
  - Fortøyningsanalyse fra januar 2007

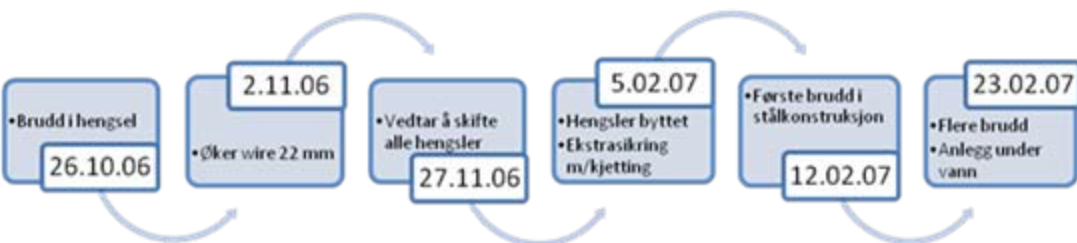
# Havari og rømming fra gammelt rustent usertifisert anlegg

## Rømmingskommisjonens kommentarer og konklusjoner

- Ansvaret for drift og sikkerhet av akvakulturanlegg ligger hos oppdretter.
  - Anlegg var i dårlig forfatning.
  - Anlegget hadde store svekkelser på grunn av utmatting.
  - Ble gitt klare advarsler mot å bruke anlegget
  - Utsatt lokalitet
  - Lokalitetsklassifiseringen tok ikke hensyn til bølger fra nordvest
  - Totalt for "snill".
  - Havariet skyldes ikke spesielle uventete hendelser.
- Fortøyningsutleggingen var mangelfull
  - Dette bidro trolig til havariet

# Havari av nytt produktsertifisert stålanlegg

- Kun vært i drift 4-5 måneder
- Havari under uvær pga brudd i flytekrage
- Nytt anlegg på ny lokalitet
- Lokalitet klasset til Cc.
- Produktsertifisert:
  - Flytekrage (Max Cc).
  - Notpose.
- Sertifisert fortøyning.





# Havari av nytt produktsertifisert stålanlegg

- Uenighet om hvor værhardt det er på lokaliteten.
  - To uavhengige selskap har klasset lokalitet til Cc.
  - Dårlig vær ved havaritidspunkt
  - Men mildere enn anlegget er sertifisert for.
- Anlegget kan ha vært underdimensjonert
  - Sprekker i stålkonstruksjonen.
  - Utmatting er mulig årsak.
  - Designen kan ha hatt svake punkter i skjøter og sveis.
  - Lokalitetsklasse Cc påstås å være med retningsbegrensninger men dette er ikke nevnt i produktsertifikat
- Flytekragen var oppskalert.
- Gummihengsler tålte ikke belastningen de ble utsatt for
  - Ingen sprekkdannelser eller brudd i stålstrukturen før gummikoblinger ble byttet ut med konvensjonelle hengsler.

# Havari av nytt produktsertifisert stålanlegg

Rømmingskommisjonen kommenterer:

- **Fungerer produktsertifiseringsordningen?**
  - Manglende tegninger/skisser gjør det umulig å vurdere hvor godt konstruksjonen er representert i modellen
  - NS 9415 er blitt feiltolket.
  - Mangler analyse av konstruksjonsdetaljer
  - Levetidsanalyse er feil
  - Konklusjoner er upresise og utydelige.
  - RKA har ikke mottatt det som skulle være grunnlaget for produktsertifiseringen. Det stilles derfor spørsmål ved hvorvidt produktsertifiseringen reelt sett har vært en tredjeparts verifikasjon?

# Havari av nytt produktsertifisert stålanlegg

Rømmingskommisjonen kommenterer:

- Behov for økt kompetanse?
- Konsekvens av tøff konkurransesituasjon?
- Ansvarsfraskrivelse innen NYTEK?
- Strengere oppfølging fra Norsk Akkreditering anbefales
- Ville anleggssertifikat (for hele anlegget) avdekket rømmingsrisikoen?
- Trolig ville rett bruk av dagens NYTEK-system avdekket svakhetene ved denne hovedkomponenten.

# Rømming på grunn av revne i not

- Rømming skjedde om natta
  - Sterk vind
  - Antatt lavere strømhastighet og bølgehøyde enn dimensjonerende
- All fisk i en merd rømt
  - Brudd i sidetau
  - Horisontal 11.9 meter revne på 10 meters dyp
  - Rørlignende fremmedlegeme funnet i not
  - Stedvis mye begroing på not
- Anlegget hadde forskjøvet seg
  - Skyldtes brudd i rammefortøyning
  - Kordelene skåret rent av





# Rømming på grunn av revne i not

## ■ Dugelighetsbevis

- Nytt dugelighetsbevis skal utstedes ved vesentlige endringer.
  - Foreligger tre dugelighetsbevis.
  - Et er utstedt etter rømmingen.
  - Uklart om det er faktiske endringer på anlegget som er årsaken til utstedelse av nye dugelighetsbevis.
- Dugelighetsbevisene angir maksimum dybde på not til 30m. Aktuelle nota var en 45m dyp spissnot.
- Ved utstedelse av dugelighetsbevis forutsettes det at det akkrediterte inspeksjonsorganet har analysert og inspisert anlegget.

# Rømming på grunn av revne i not

## ■ Lokalitetsklassifisering

- Signifikant bølgehøyde fra NNØ beregnet uten å omregne til effektiv strøklengde.
- Signifikant bølgehøyde fra SØ antas det at samme metodikk er benyttet; i tilfelle er strøklengden for lavt angitt.
- NS 9415 meget uklar med hensyn til omregning til effektiv strøklengde.

## ■ Notsertifisering

- Manglende sporing
- Oppdretter aksepterte et notsertifikat med manglende sporing

# Rømming på grunn av revne i not

## ■ Brudd i rammefortøyning

- Rene bruddflatene indikere skarp gjenstand.
  - Kan være propellskade
  - Tauet er normalt på ca 3-4 meters dybde ved stille sjø. Ved urolig sjø kan selvfølgelig dette variere sterkt.
- Usikkert hvem som har sertifisert fortøyningen.
- Oppdretter har ikke mottatt brukerhåndbok.

# Rømming på grunn av revne i not

## ■ Brudd i sidetau

- Begroing indikerer brudd før revnen oppstod.
- Ingen ytre mekanisk påvirkning på notlinet ved bruddstedet.
  - Primær skade begrenset til sidetau.
- Bruddet i sidetauet kunne vært oppdaget ved dykkerinspeksjon.
  - Enklere å oppdage hvis nota er skikkelig rengjort.
- Med brudd i sidetau er det bare et tidsspørsmål før nota revner f.eks. ved opplining.



# Rømming på grunn av revne i not

## ■ Revne i not

- Grunnet begroing på tautampen er det grunn til å tro at sidetauet helt eller delvis var røket en tid før revnen i nota oppstod.
- Bruddet i sidetauet antas ha vært en direkte foranledning til revnen i nota. Da sidetauet røk helt av, overføres krefter fra sidetau til omkringliggende notlin og notposen vil da revne.
- Fordi tydelige spor etter ytre mekanisk påvirkning på notlinet på bruddstedet er ikke observert, kan det se ut som den primære skaden er begrenset til sidetauet.

Åtte havari/rømminger på mindre enn  
en måned

# Rømmingsundersøkelse i 2006

## Mål

- Finne årsak til rømmingene
- Gi anbefalinger for forbedringer

## Metode

- Innhenting av informasjon
  - Meteorologiske data
  - Lokalitetsrapporter
- Besøke anlegg
- Samtaler med røktere, driftsledere, fortøyningsansvarlige etc
- Alle resultater skulle anonymiseres

## Erfaringer

- Kom sent i gang, men allikevel mulig å få en del svar

## Deltakere

- SINTEF Fiskeri og havbruk AS
  - Østen Jensen
  - Egil Lien
  - Arne Fredheim
  - Ulf Winther
- Barlindhaug Norfico AS
  - Gjermund Bahr
  - Torfinn Larsen

# Når skjedde rømmingene

- To uværsperioder
  - Første halvdel av januar
    - Sterk vind fra sørvest
  - Sluttet av januar (Narve)
    - Langvarig vind fra sørøst + ekstrem kulde





# Hvorfor rømte fisk?

Anlegg #	1	2	3	4	5	6	7	8	Totalt
Driftsfeil	X	X			X	X		X	5
Drivgoods			X						1
Ising	X	X			X	X			4
Havdønninger			O	X	O		X	O	2+3
Strøm	O	O			X			O	1+3
Bølger	X	X			X			O	3+1
Fortøyning							X		1
Innfesting				X	X	X			3
Flyter	X	X		X			X		4

# Is

- Spesifiserte verdier i standard er for lave.
  - 30 kg/m<sup>2</sup> (horisontale flater)
  - Tilsvareer kun ca 3 cm med is.
  - Hentet fra "Den Norske Skipskontrollens regler av 1998, paragraf 12 stabilitet"
- Anlegg var i ferd med å synke.



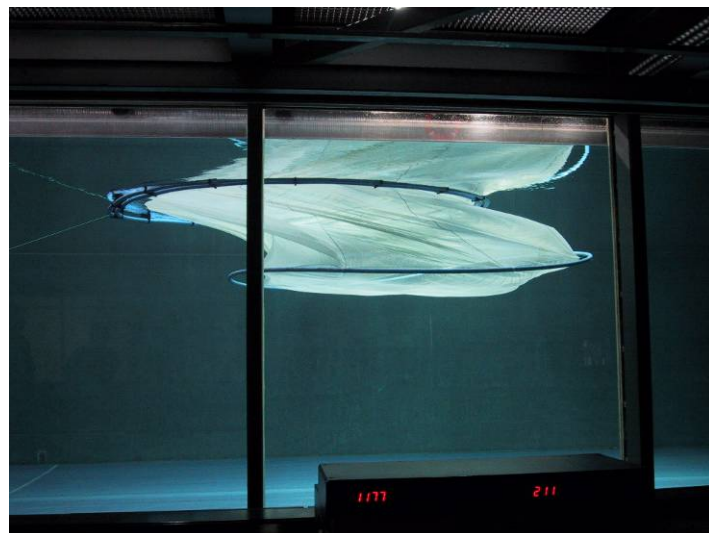
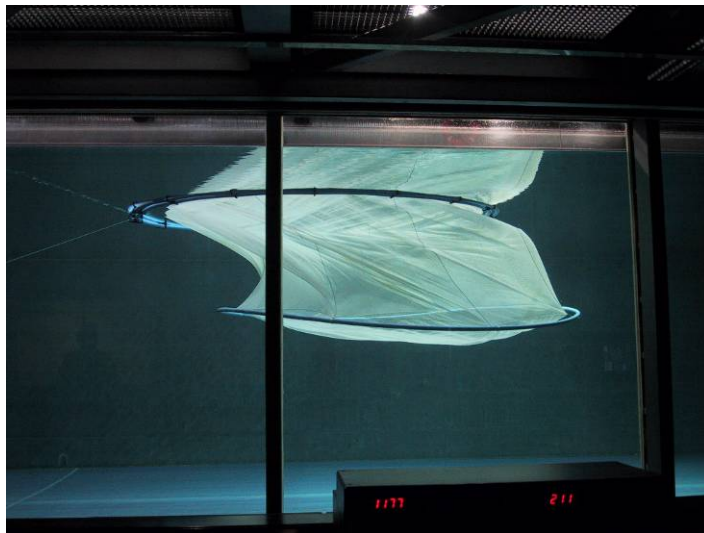
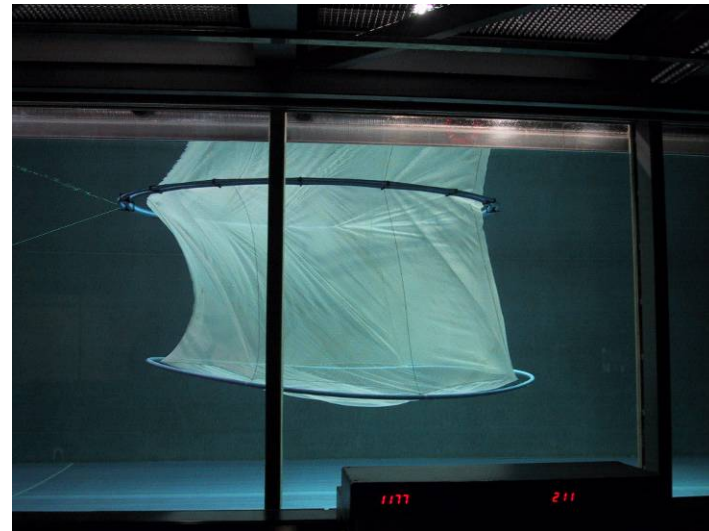
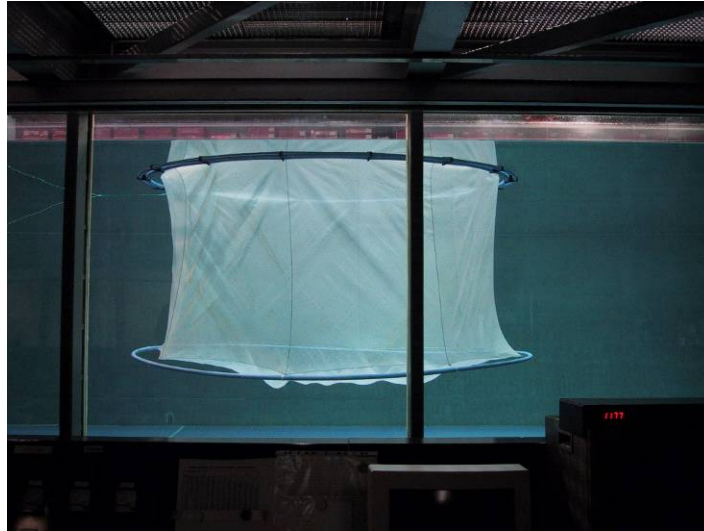
# Loddsetting

- Loddveker ble hengt opp for høyt i forhold til dybde på not.
  - NS 9415:2003:
    - "Lodd som henger i bunnen av noten, skal være plassert slik at det ikke fører til gnag på noten ved opphaling av dødfiskhov"
  - Kontaktskade mellom not og bunnlodd, på grunn av langvarig sterk strøm og bølger



# Not deformasjon i strøm

Det du ikke ser har kanskje både nota og fisken vondt av?



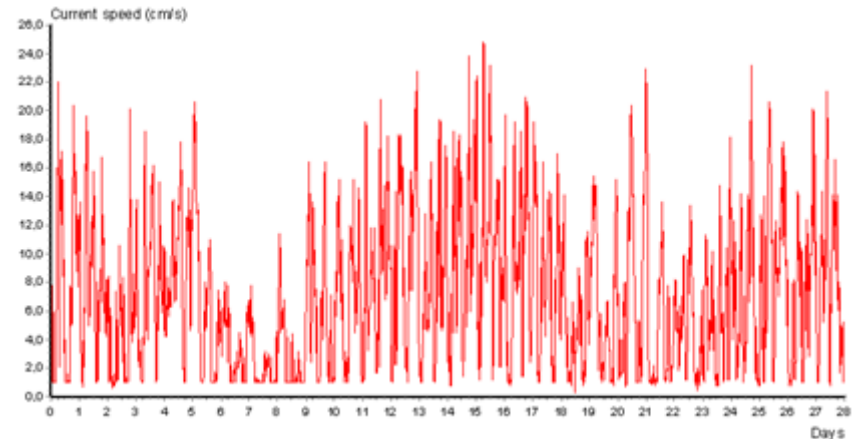


# Havdønninger/sjødrag

- Oppstår på grunn av store bølger til havs/utaskjærs forplanter seg inn forbi holmer og skjær
- Lange bølger med en bølgelengde på 150 - 300 meter og en bølgehøyde på 1 - 3 meter
- Opplevs som en oscillerende strøm med hastighet på 0,5-0,7m/s og perioder på 10-15 sekunder avhengig av vandyp etc.
- Estimering av bølgehøyde/lengde er komplisert.
  - Refraksjon/diffraksjons analyse verktøy.
  - Krever detaljert modellering bunnforhold og lokal

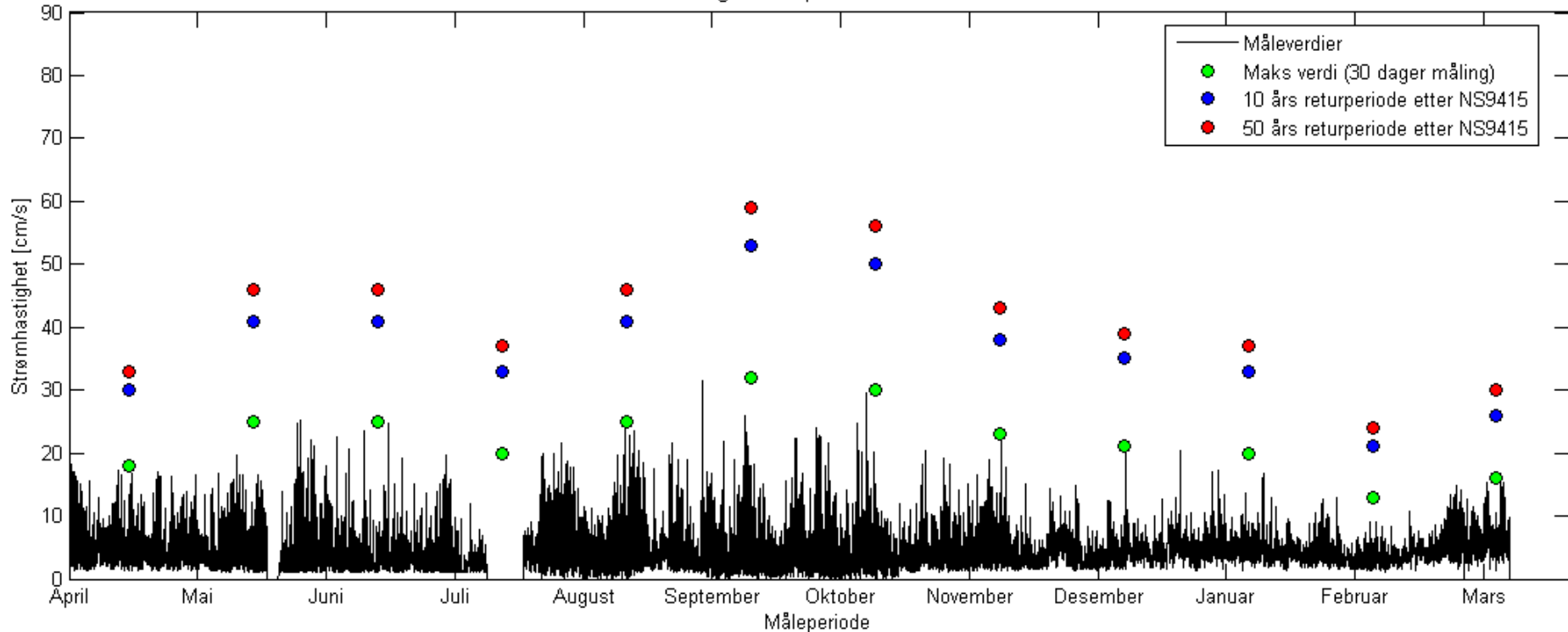
# Strøm

- Hva påvirker strømbildet?
  - Tidevann
  - Utbrudd fra kyststrøm
  - Is smelting og flom
  - Vindgenerert overflatestrøm
- Enkelte bruker 2 ukers måling til tross for at standard spesifiserer 4 uker. Dette blir godtatt av enkelte akkrediterte sertifiseringsorgan.
- Selv med 4 uker måling kan man få ikke-konservative verdier.
- Flere oppdrettere oppga at dimensjonerende strømhastighet med 10 års returperiode virket for lav.



# Strøm

Strømmålinger fra april 2002 til mars 2003



## ■ Basert på målinger i februar

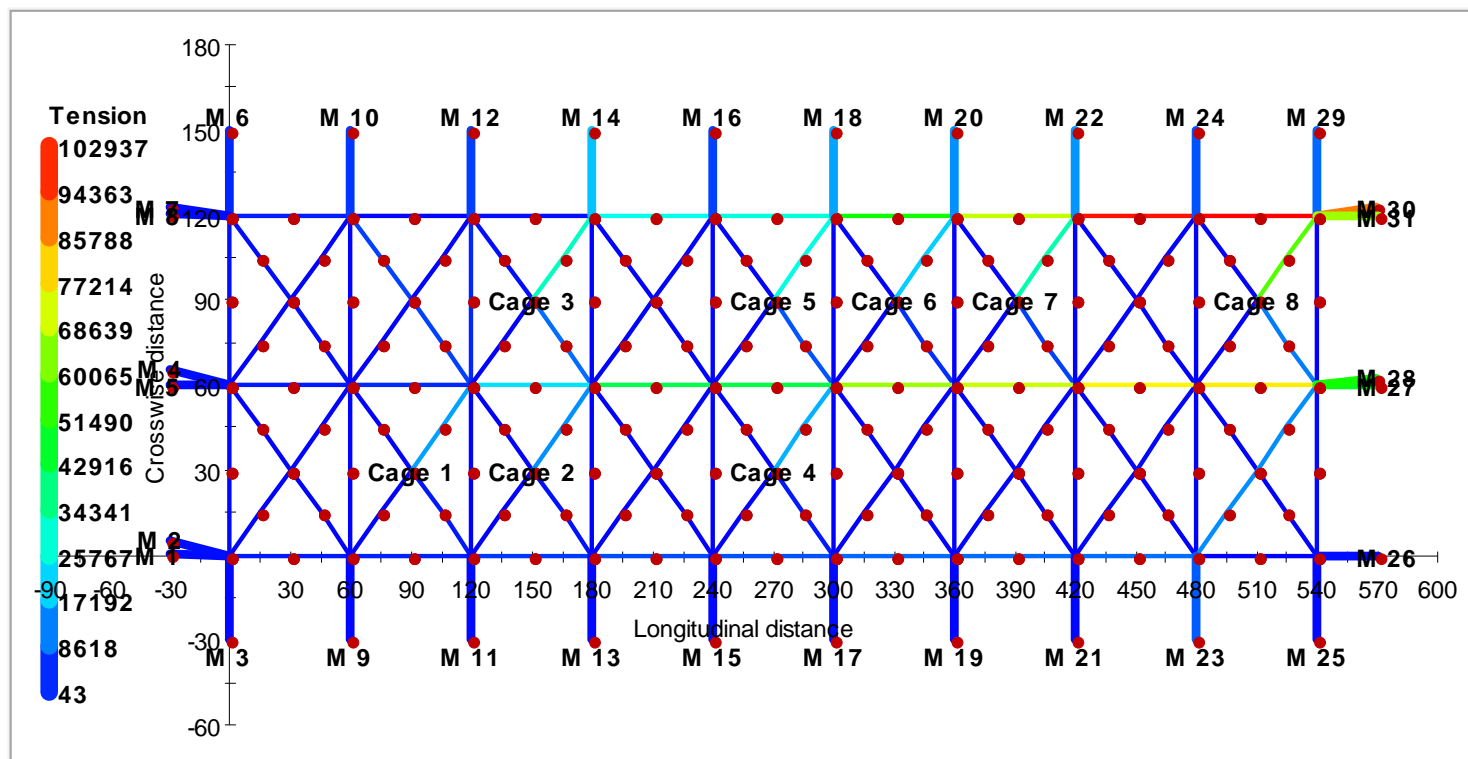
- 10 års returperiode overskrides i 6 av årets måneder
- 50 års returperiode overskrides 5 ganger

# Progressive brudd i fortøyning

## - restsikkerhet/sekundærsikring

- Brudd i forankring eller hovedstrek i ramme/stigefortøyning kan føre til progressive brudd.

Frame - 14 bur 60x60 9+5



# Progressive brudd mellom not og flyter

- Stor avstand mellom festene mellom not og flyter kan føre til progressive brudd.

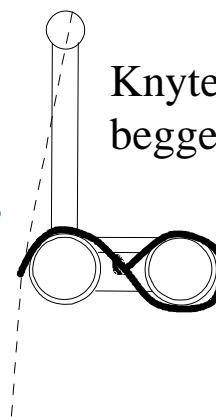
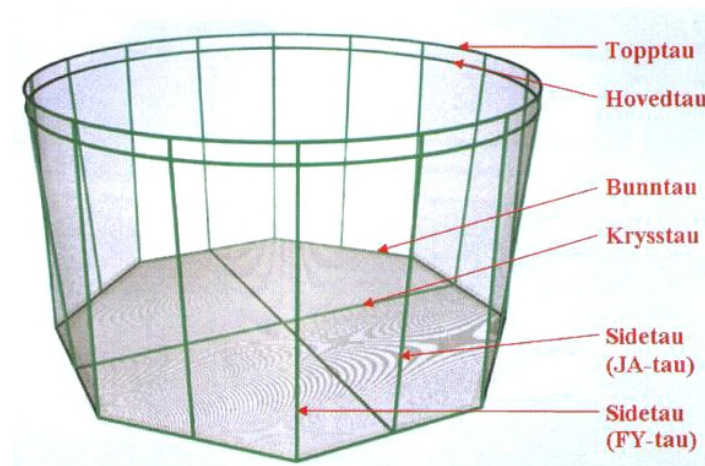
- Krav til antall festepunkt?
- Geometri
- Lokalitet?

- Hvilke knuter er sikre?

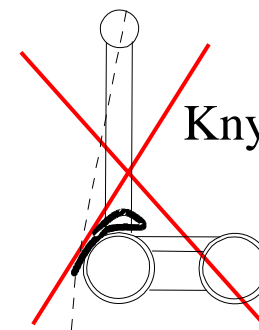
- Spesifiseres i standard?

- Hvor skal not festes?

- Ring
- Indre, ytre eller begge?
- Rekke?
- Rekkestøtte?
- Klammer?



Knytes mellom støttene rundt  
begge flyterør



Knytes rundt rekkestøtta

# Sammenbrudd flyter

## ■ Plast

- Kompliserte materialegenskaper i forhold til metall
  - Varighet
  - Temperatur
- Dimensjonerende verdier
- Dimensjonering av rekke og rekkestøtter

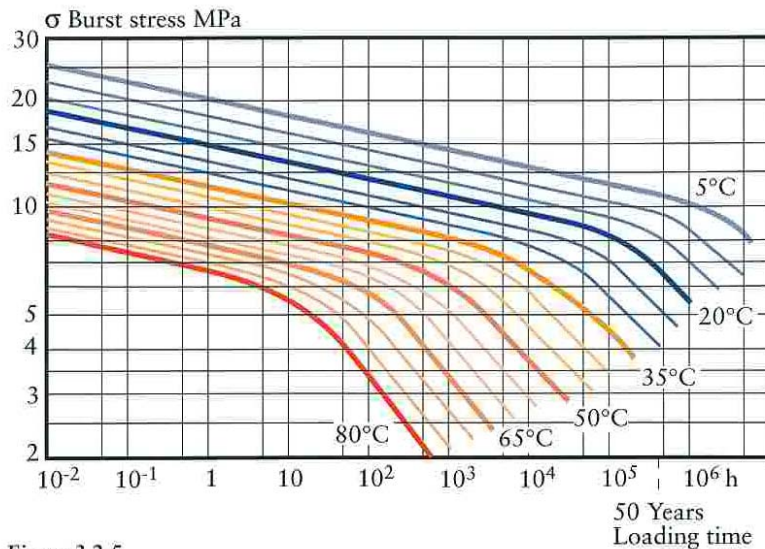
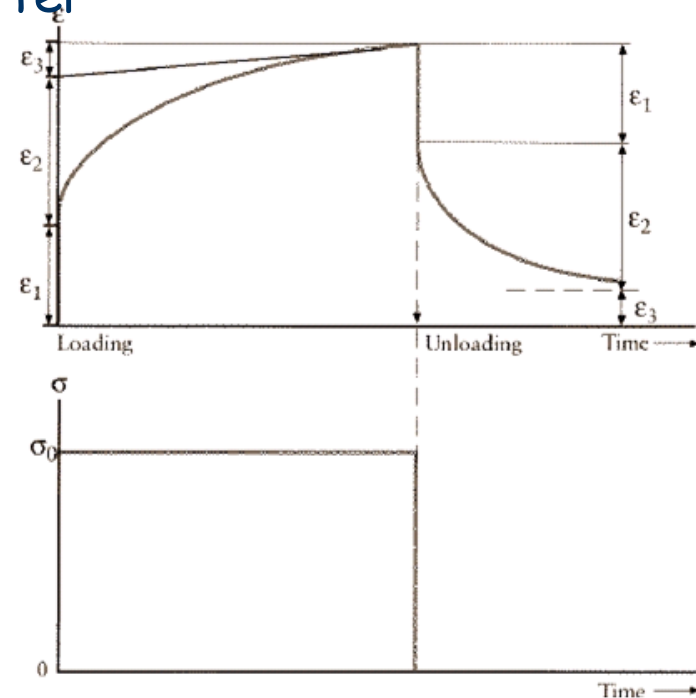


Figure 3.2.5





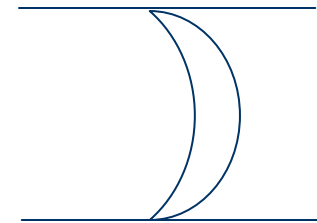
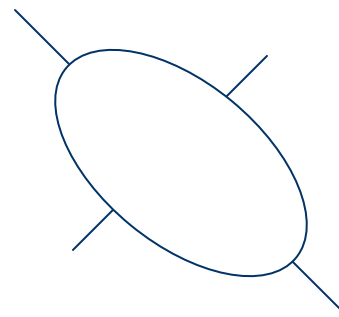
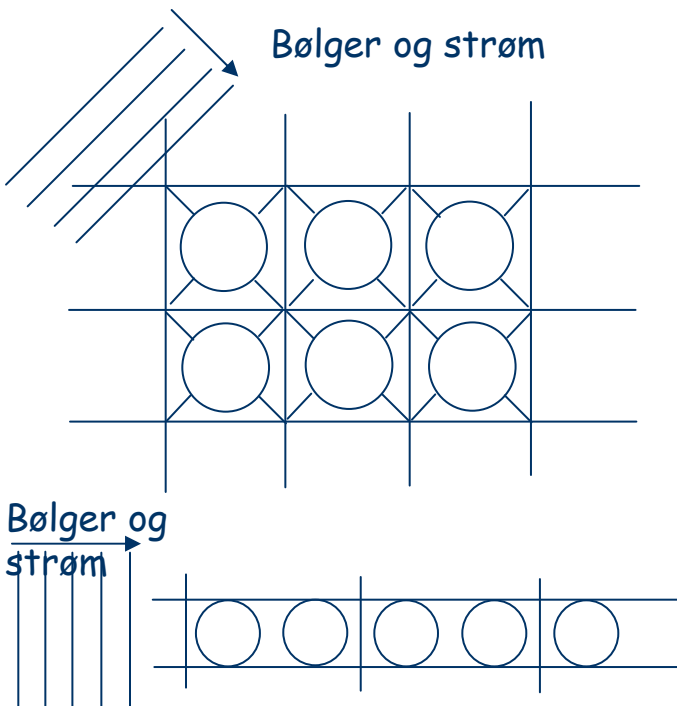
# Sammenbrudd flyter forts.

## ■ Plast

- Lokal knekking pga ovalisering

$$R_b = \frac{D}{1.12s/D_m}$$

- Stigefortøyning og haneføtter

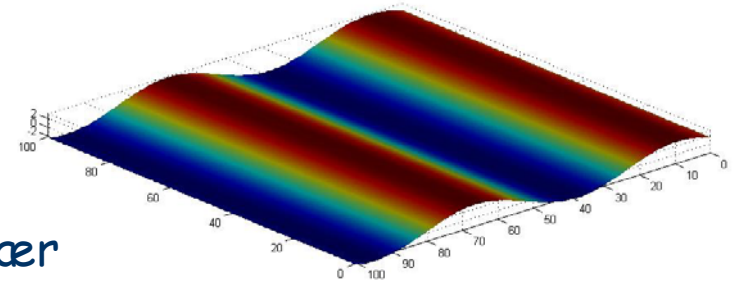
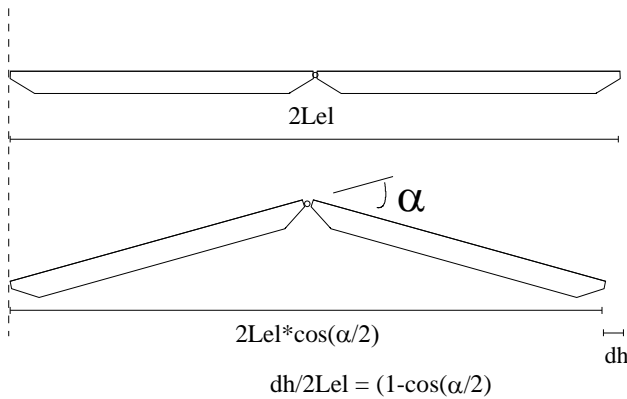
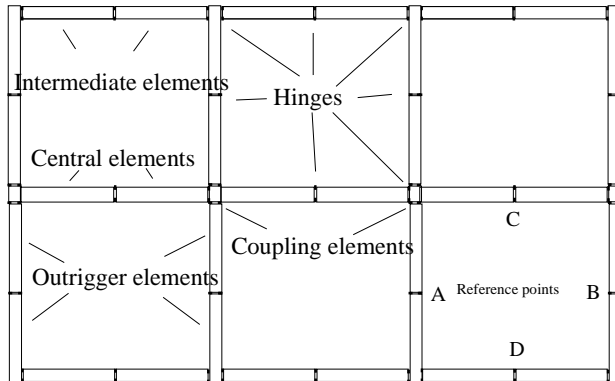


# Sammenbrudd flyter forts.

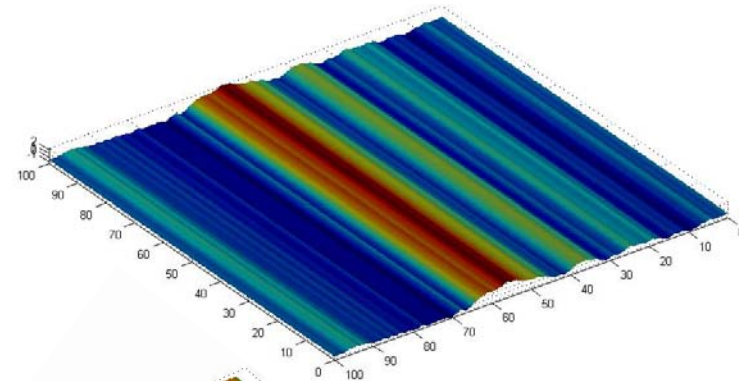
## ■ Stål

- Tvungen deformasjon
  - Skjær og torsjon
  - Fare for at sprekker oppstår
- Hvis man jevnlig finner sprekker og må utføre reparasjoner er dette en indikasjon på at anlegget ikke er egnet for denne lokaliteten, eventuelt fortøyningsarrangement eller orientering ikke er optimalt.

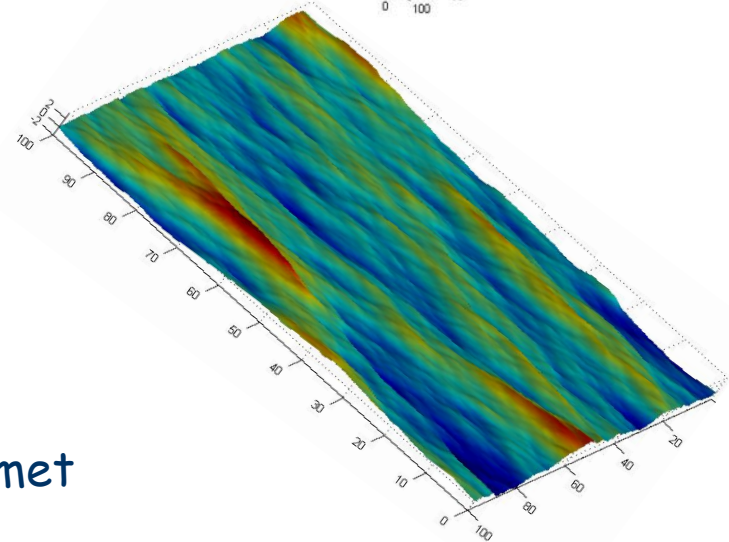
# Bølgemodellering



Regulær



Irregulær langkammer



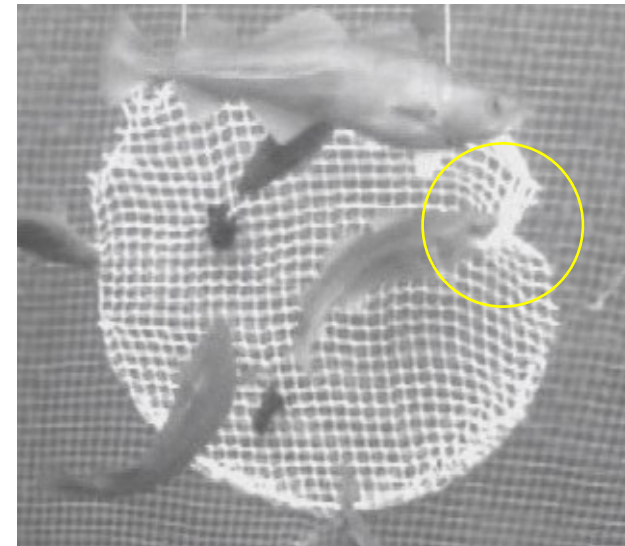
Irregulær kortkammer

# Torskerømming



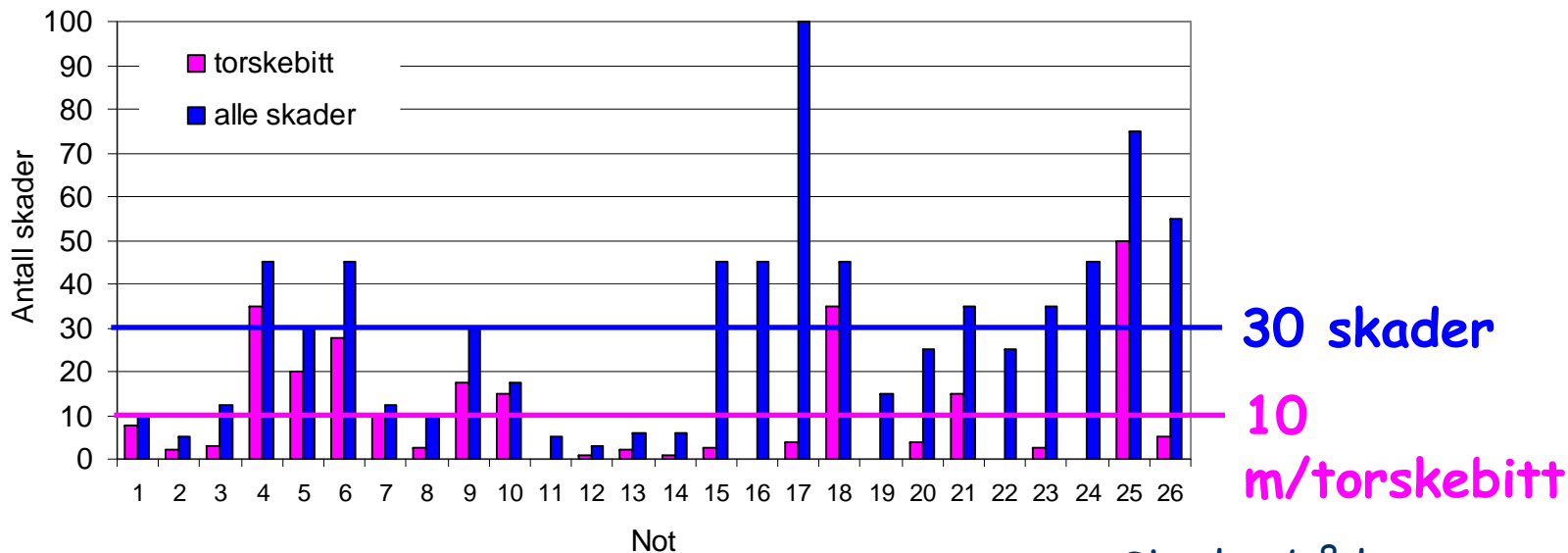
# Hvorfor rømmer torskene?

- Av samme årsak som laks.
- Torskene er mer rømmingsvillig
  - Ca 2 % av torskene er registrert som rømt de siste årene
- Anleggene har vært for dårlige
- Settefiskene er mindre
- Torskene biter hull i nota
  - Kraftig angrep
  - Fisk i alle størrelser
  - Alle dyp
  - 100 angrep på 4 timer



Resultater fra torsknot prosjektet (<http://www.sintef.no/torsknot>).  
Prosjektleder Heidi Moe ([Heidi.Moe@sintef.no](mailto:Heidi.Moe@sintef.no)). <http://www.sintef.no/torsknot>

# Skader på torskenøter, notbøteri



- Oppfliset notlin
- Maskebrudd/hull.
- 2/3 av skadene ved tau
- 2/3 av skadene i nedre del av nota
- Flere skader i samme område

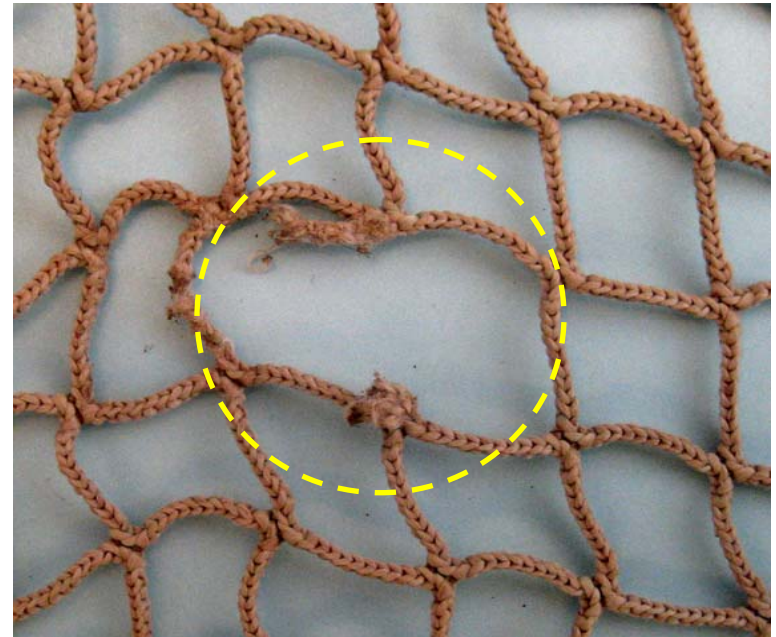
- Skader både
  - svart og hvitt notlin
  - med og uten knuter
- Store biteskader funnet etter to uker i sjøen
- Notlin med biteskader
  - reduksjon i maskestyrke på 35-47 %.



# Valg av maskestørrelse

- Vanlig å finne maskebrudd
- Et maskebrudd bør ikke kunne føre til rømming

$$\text{Halvmaskevidde} \leq \frac{O_{\text{fisk}}}{10}$$



For fisk med en omkrets på 10 cm:

$$\text{Halvmaskevidde} \leq \frac{100 \text{ mm}}{10} = 10 \text{ mm}$$

# Hvilken not bør man velge / utvikle?

Kort sikt:

- Hardslått notlin
- Overflatebehandling som "limer" filamentene

Løsningen: To strategier:

- Notlin/overflatebehandling som tåler å bli spist på
- Notlin som torsken ikke biter i (mangler kunnskap)
- Viktig å ha driftsaspektet med i vurderingen!



# Hvordan hindre rømming av torsk?

- Følg generelle råd
- Kontroller maskestørrelsen
- Sørg for at torskene er mett.
- Bruk nøter av god kvalitet med hardslått notlin.
- Unngå småskader
- Inspiser nota for hull og still krav til kvaliteten på bøtinga.
- Hold nota ren.
- Sørg for at nota er godt utspilt.
- Sorter fisken.



# NS9415



# Viktigste endringer

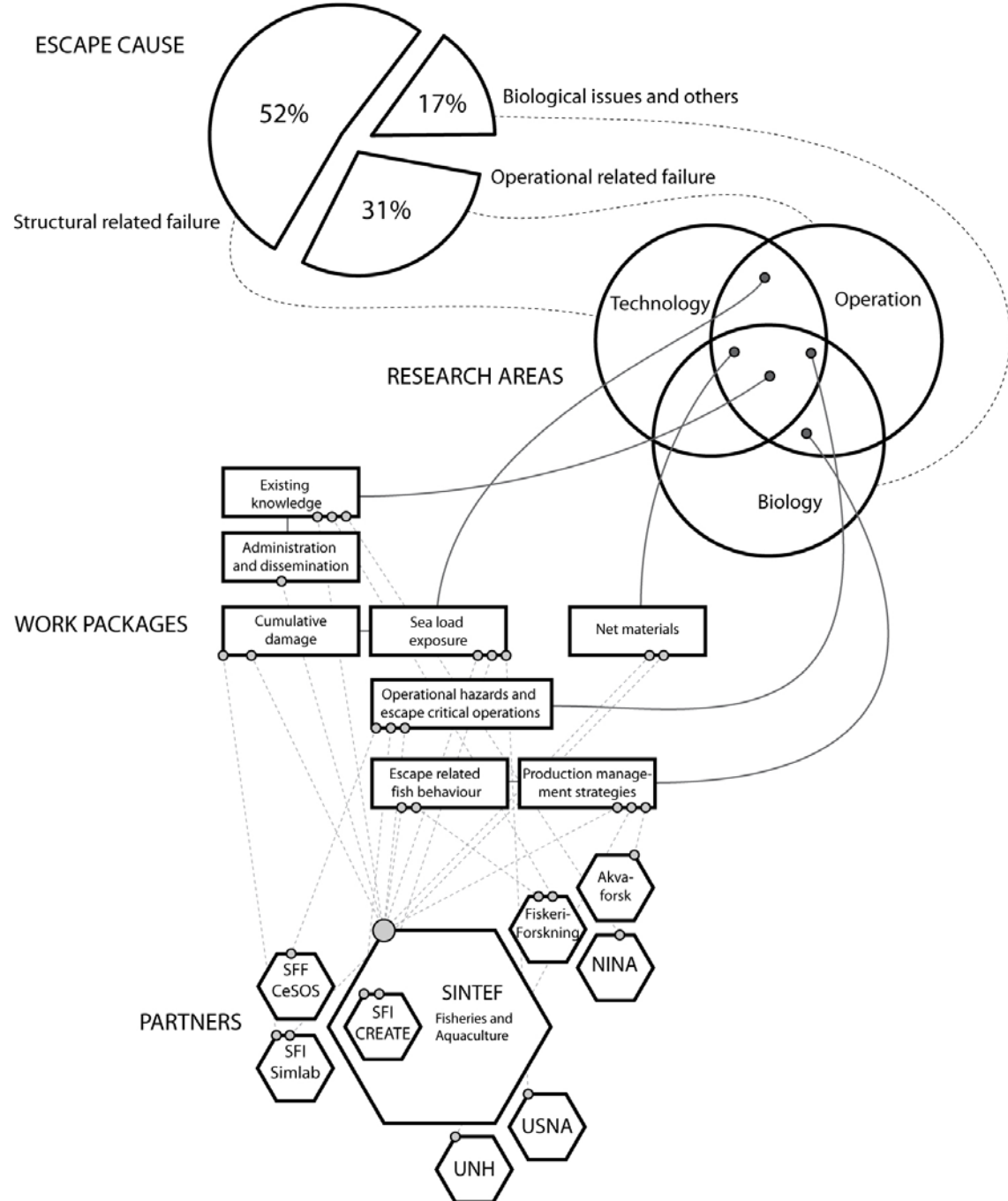
- Lastfaktorer og lastkombinasjoner samlet i eget kapittel
- Økt fokus på pålitelighet og dokumentasjon
- Henvises i større grad til andre standarder
- Endringer og tilleggskrav ved lokalitetsklassifisering
- Nye krav til stålanlegg

# Forskningsprosjekt og betydning for rømming



# SECURE

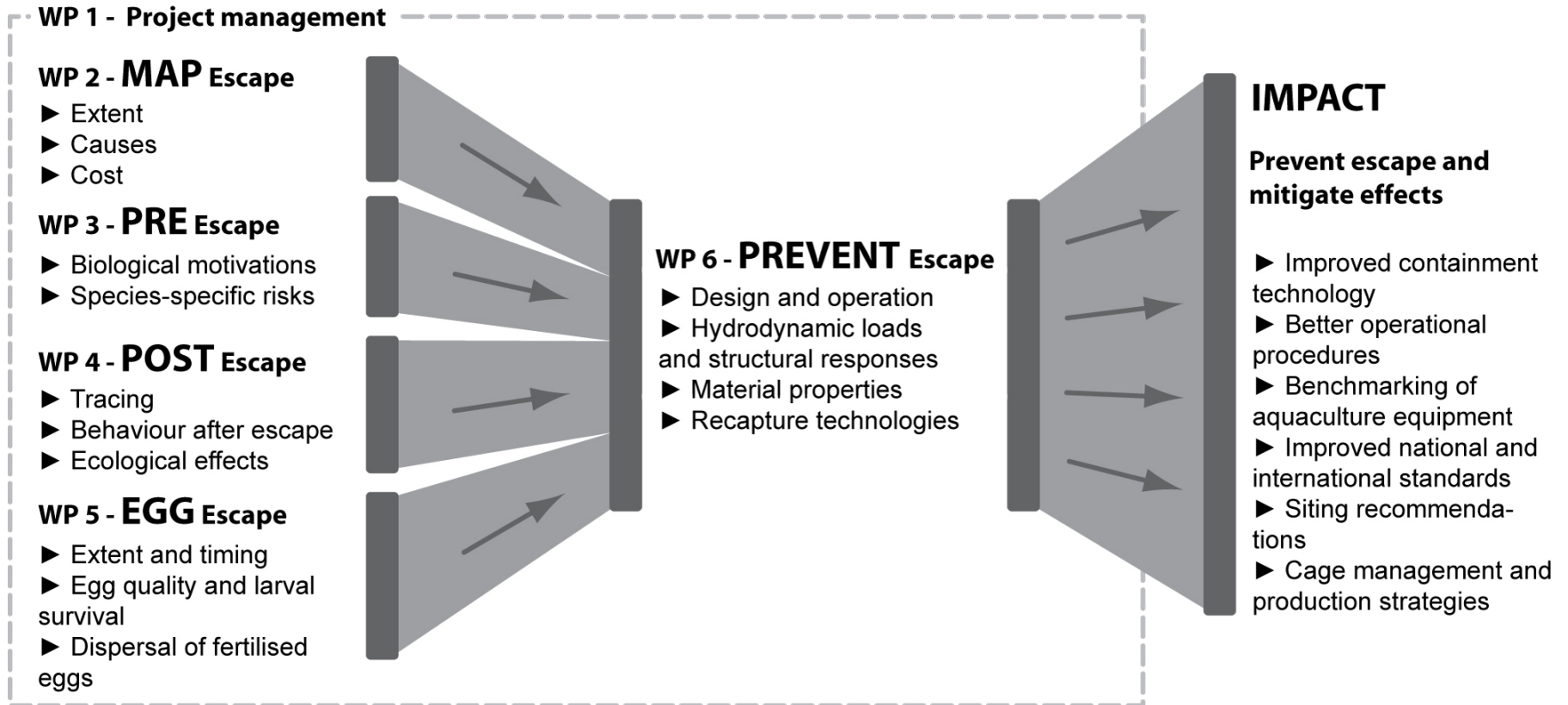
- Finansiert av Forskningsrådet
- Forskerstyrt
  - SINTEF
  - NOFIMA
  - NINA
  - SIMLab (NTNU)
  - CeSOS (NTNU)
  - UNH (USA)
  - USNA (USA)
- 2008-2011



# PREVENT ESCAPE

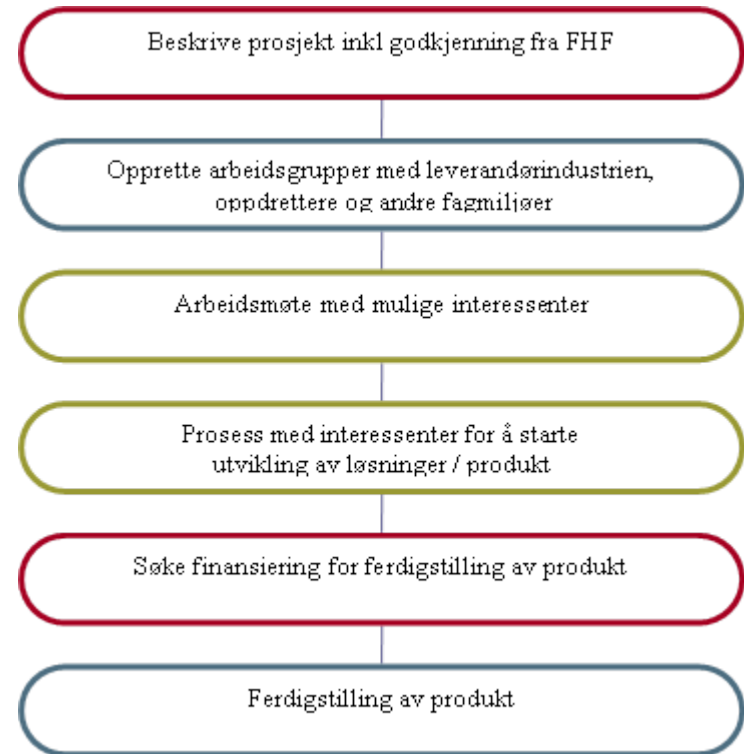
- Finansiert av EU
- Small Collaborative Project
  - SINTEF (Norway)
  - Hellenic Centre of Marine Research (Greece)
  - University of Alicante (Spain)
  - Scottish Association of Marine Science (United Kingdom)
  - Norwegian Institute for Nature Research (Norway)
  - NOFIMA (Norway)
  - University of Crete (Greece)
  - Marine Institute (Ireland)
  - University of Malta (Malta)
  - Tecnalia-AIE (Spain)
  - University of Las Palmas de Gran Canaria (Spain)
- 2009-2011

# PREVENT ESCAPE



# FHF Rømmingsprogram

- Finansiert av FHF
- 2007-2008
- Ledet av SINTEF
- Tema
  - Forankringssystemer
  - Måling av miljøkrefter.
  - Strøm.
  - Ising.
  - Brukerhåndbøker
  - innfesting not/flyter
  - Håndtering av store mengder død fisk



Takk for oppmerksomheten

